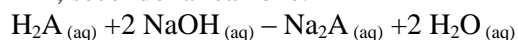


Giochi della Chimica 2021 Fase nazionale – Classe C

1. 0,125 g di palladio su carbone (1,5% m/m), nelle condizioni opportune di T e P, sono in grado di convertire 25,6 g di cicloesene in cicloesano in 1 ora e 45 minuti. La frequenza di turnover del catalizzatore (TOF) in queste condizioni è:
- A) 0,0422 s⁻¹
 B) 2,81 s⁻¹
 C) 0,0422 mol s⁻¹
 D) 2,75 mol s⁻¹
2. Indicare i coefficienti che, in ordine casuale, bilanciano la seguente reazione di ossidoriduzione:
- $$\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + \text{Fe}^{2+} + \text{H}^+ \rightarrow \text{Cr}^{3+} + \text{Fe}^{3+} + \text{H}_2\text{O}$$
- A) 1, 2, 6, 1, 14, 6
 B) 3, 1, 7, 3, 1, 3
 C) 14, 1, 2, 6, 7, 6
 D) 6, 1, 16, 8, 6, 2
3. Una reazione del primo ordine ha un'energia di attivazione di 130 kJ mol⁻¹ e un fattore preesponenziale pari a 2,9 · 10¹² s⁻¹; a quale temperatura il tempo di dimezzamento sarà 25 minuti?
- A) 52 °C
 B) 520 °C
 C) 430 K
 D) 520 K
4. Una reazione viene condotta in due esperimenti separati a partire da due concentrazioni iniziali diverse di reagente A. Tutti gli altri reagenti sono presenti in forte eccesso. Nel primo esperimento, la concentrazione iniziale di A è 8,41 · 10⁻² mol dm⁻³, il tempo di dimezzamento è di 3 min e 25 s. Nel secondo, la concentrazione iniziale di A è 5,27 · 10⁻² mol dm⁻³, il tempo di dimezzamento è di 5 min e 27 s. Indicare l'ordine di reazione rispetto ad A e il valore della costante cinetica.
- A) ordine zero; k = 3,6 · 10⁻² mol⁻¹ dm³ s⁻¹
 B) primo ordine; k = 5,3 s⁻¹
 C) primo ordine; k = 5,8 · 10⁻² s⁻¹
 D) secondo ordine; k = 5,8 · 10⁻² dm³ mol⁻¹ s⁻¹
5. Un sistema chiuso, costituito da un solo componente, viene mantenuto a temperatura e pressione costanti. La condizione di equilibrio termodinamico si verifica se:
- A) tutti i possibili processi a cui il sistema può sottostare prevedono una diminuzione di G
 B) tutti i possibili processi a cui il sistema può sottostare prevedono un aumento di G
 C) nessuno dei possibili processi a cui il sistema può sottostare prevede un aumento di G
 D) alcuni dei possibili processi a cui può sottostare prevedono una diminuzione di G
6. Si desidera raffreddare una bevanda da 24 a 0 °C inizialmente contenuta in una lattina da 33 cL. Calcolare quanti cubetti di ghiaccio è sufficiente aggiungere alla bevanda (ogni cubetto ha una massa di 20 g ed è alla temperatura iniziale di 0 °C). Si assuma che la capacità termica specifica e la densità della bevanda siano uguali a quelle dell'acqua, e si trascurino le dispersioni. Il calore di fusione del ghiaccio è 333 J g⁻¹, capacità termica specifica dell'acqua: 4,184 J K⁻¹ g⁻¹.
- A) tre cubetti
 B) quattro cubetti
 C) cinque cubetti
 D) sei cubetti
7. In un esperimento la reazione di decomposizione dell'ammoniaca gassosa fu condotta in forte eccesso di reagente, a caldo, usando tungsteno come catalizzatore eterogeneo. La pressione parziale dell'ammoniaca diminuì da 35 kPa a 20 kPa in 17 min e 30 s. Calcolare il valore della costante cinetica della reazione ed il tempo necessario per la completa scomparsa dell'ammoniaca.
- A) k = 14,3 Pa s⁻¹; 40 min e 50 s
 B) k = 7,3 Pa s⁻¹; 40 min e 50 s
 C) k = 7,3 Pa s⁻¹; 50 min e 50 s
 D) k = 14,3 Pa s⁻¹; 50 min e 50 s
8. Raffreddando un gas a volume costante e ad una pressione costante compresa tra quella del punto triplo e quella critica, quali transizioni di fase è possibile osservare?
- A) nell'ordine, condensazione e solidificazione
 B) nell'ordine, ebollizione e fusione
 C) solo solidificazione
 D) solo condensazione
9. Quanto lavoro può essere ottenuto da una macchina termica che opera, secondo processi reversibili, scambiando calore solo con un serbatoio di acqua bollente ed uno di ghiaccio fondente (entrambi a pressione atmosferica), prelevando 10 kJ dal primo?
- A) 5 kJ
 B) 10 kJ
 C) 2,7 kJ
 D) 7,3 kJ
10. Due soluzioni contenenti un complesso colorato del Fe(III), FeL³⁺ (con peso molecolare 595,8 u), aventi una concentrazione rispettivamente di 10,0 mg/L e 25,0 mg/L, mostrano a 510 nm un'assorbanza pari rispettivamente a 0,187 e 0,468 (in cella di 1 cm). Determinare il coefficiente di estinzione molare del complesso, in M⁻¹cm⁻¹ (utilizzando ambedue i valori di assorbanza e calcolando il valore medio).
- A) 5,47 · 10⁴

- B) $7,38 \cdot 10^4$
 C) $3,21 \cdot 10^4$
 D) $1,12 \cdot 10^4$

11. Calcolare il peso molecolare di un acido H_2A sapendo che 2,73 g reagiscono con 1,35 L di NaOH 0,0221 M, secondo la reazione:



- A) 183,0
 B) 91,5
 C) 366,0
 D) 148,3

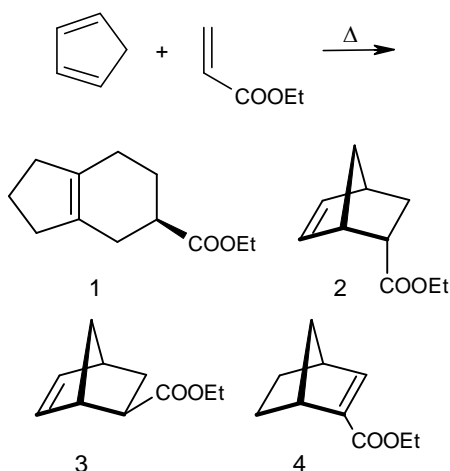
12. Una soluzione formata da 20,0 mL di H_3PO_4 viene titolata con 15,5 mL di NaOH 0,100 M, utilizzando il metilarancio come indicatore ($pH_{finale} = 5,0$). Indicare la concentrazione della soluzione.

- A) 0,0388 M
 B) 0,0258 M
 C) 0,0775 M
 D) 0,0983 M

13. Gli zuccheri riducenti reagiscono con il reattivo di Tollens, una soluzione ammoniacale di nitrato di argento blandamente ossidante, in grado di reagire specificamente con le aldeidi, trasformandosi in acidi aldonic. Quale delle seguenti affermazioni è esatta?

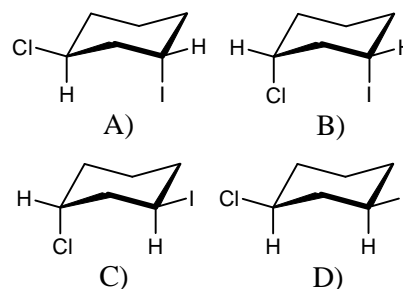
- A) il fruttosio non potrà essere ossidato perché è un chetoso, e la funzione chetonica non è ossidabile con il reattivo di Tollens.
 B) il fruttosio sarà ossidato perché nelle condizioni di reazione si instaura un equilibrio tautomerico che lo converte in aldoso.
 C) il fruttosio sarà comunque ossidato ai carboni alcolici primari.
 D) il fruttosio sarà ossidabile solo se appartenente alla serie sterica D.

14. Indicare il prodotto della seguente reazione di Diels-Alder.

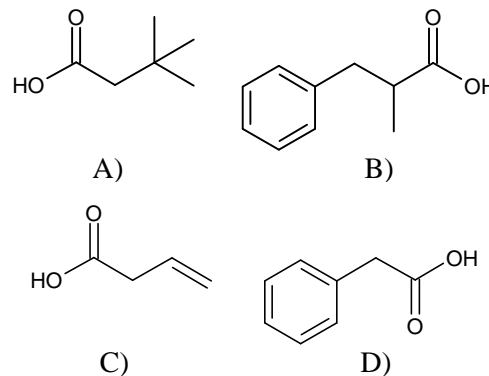


- A) 1
 B) 4
 C) 2 + 3 (con 2 come prodotto prevalente)
 D) 2 + 3 (con 3 come prodotto prevalente)

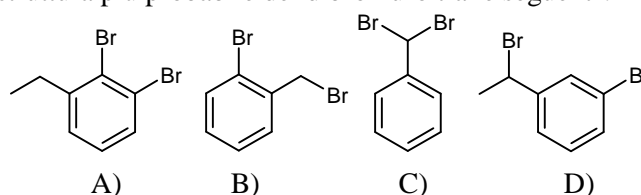
15. Individuare la struttura del conformero più stabile per il cis-1-cloro-3-iodocicloesano.



16. La procedura sintetica chiamata *sintesi malonica* permette di preparare acidi carbossilici con catene di qualsiasi lunghezza, utilizzando come reagente di partenza l'estere malonico (butandioato di etile) e sfruttandone, nella fase iniziale, la particolare acidità. Individuare quale dei seguenti acidi carbossilici può essere facilmente ottenuto mediante *sintesi malonica*.



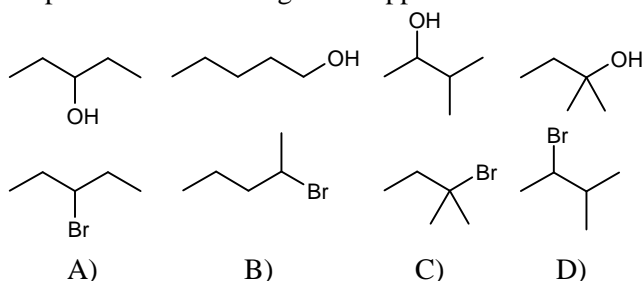
17. Un dibromuro perde solo un bromo quando reagisce con idrossido di sodio. Il dibromuro forma etilbenzene quando reagisce con magnesio in etere seguito da trattamento con acido diluito. Qual è la struttura più probabile del dibromuro tra le seguenti?



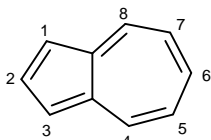
18. Scegliere la sequenza corretta di reazioni per la sintesi del 3-bromobenzoato di etile a partire dal benzene

- A) bromurazione, alchilazione di Friedel-Crafts, ossidazione con $KMnO_4$, $SOCl_2$, etanolo
 B) alchilazione di Friedel-Crafts, solfonazione, bromurazione, desolfonazione, ossidazione con $KMnO_4$, $SOCl_2$, etanolo
 C) alchilazione di Friedel-Crafts, bromurazione, ossidazione con $KMnO_4$, $SOCl_2$, etanolo
 D) acilazione di Friedel-Crafts, bromurazione, ossidazione con $KMnO_4$, $SOCl_2$, etanolo

19. Quando il composto X ($C_5H_{12}O$) è trattato con HBr, forma il composto Y ($C_5H_{11}Br$). Lo spettro 1H NMR del composto X ha un singoletto (1), due doppietti (3,6) e due multipletti (1, 1) (i numeri in parentesi rappresentano le aree relative dei segnali). Lo spettro 1H NMR del composto Y ha un singoletto (6), un tripletto (3) e un quartetto (2). Identifica i composti X e Y tra le seguenti coppie:



20. L'azulene è una molecola aromatica benzenoide formata da un ciclo a 5 termini fuso con un ciclo a sette termini. Negli alogeno-azuleni un atomo di alogeno sul C-6 può essere spostato dai nucleofili, mentre se è sul C-1 non è reattivo ai nucleofili. Quale delle seguenti affermazioni può spiegare questo comportamento?



- A) l'attacco del nucleofilo al C-6 dell'anello a 7 termini è favorito da fattori sterici.
 B) l'azulene è una molecola polare, e la parte positiva del dipolo è localizzata sull'anello a 7 termini.
 C) l'attacco del nucleofilo sull'anello a 5 termini è statisticamente sfavorito, essendo l'anello più piccolo.
 D) i diversi angoli di legame nei due cicli influenzano la reattività, favorendo l'attacco dei nucleofili sull'anello a 7 termini.

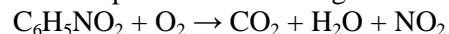
21. La geometria molecolare di SF_4 , CF_4 e XeF_4 :

- A) è la stessa, con rispettivamente 2, 0 e 1 coppia solitaria di elettroni.
 B) è la stessa, con rispettivamente 1, 1 e 1 coppia solitaria di elettroni.
 C) è differente, con rispettivamente 0, 1 e 2 coppie solitarie di elettroni.
 D) è differente, con rispettivamente 1, 0 e 2 coppie solitarie di elettroni.

22. Fra le seguenti molecole: tetracloruro di carbonio, etanolo, ossido di carbonio, biossido di carbonio, quali possiedono momento di dipolo permanente nullo?

- A) tutte
 B) biossido di carbonio e tetracloruro di carbonio
 C) solo il tetracloruro di carbonio
 D) nessuna

23. Indicare i coefficienti stechiometrici, in ordine sparso, necessari per bilanciare la seguente reazione.



- A) 2, 14, 2, 5, 7
 B) 29, 24, 4, 10, 4
 C) 4, 4, 10, 24, 10
 D) 3, 6, 8, 10, 15

24. L'acido ascorbico (vitamina C) contiene il 40,92% di C, 54,5% di O e 4,58% di H in peso. Indicate quale è la formula empirica:

- A) $C_3H_4O_3$
 B) $C_2H_4O_3$
 C) $C_2H_3O_2$
 D) $C_{11}H_{13}O_7$

25. Triplicando il volume di una soluzione di cloruro di calcio mediante l'aggiunta di acqua pura, il punto di congelamento della nuova soluzione:

- A) diminuisce
 B) non varia
 C) aumenta
 D) aumenta di $3^\circ C$

26. Quale di questi composti, se sciolto in acqua, fornisce una soluzione con un pH neutro?

- A) $NaHCO_3$
 B) $MgCl_2$
 C) $Ca(CH_3COO)_2$
 D) Na_2S

27. 3 moli del composto A non volatile vengono sciolte in un volume di solvente abbastanza grande da poter considerare la soluzione ideale. Come cambia la tensione di vapore della soluzione ottenuta se ad essa viene aggiunta 1 mole del composto B, non volatile, in grado di formare un complesso A_2B ? A, B e A_2B sono solubili nel solvente considerato e la formazione del complesso è energeticamente molto favorita.

- A) si forma un precipitato
 B) la tensione di vapore diminuisce
 C) la tensione di vapore aumenta
 D) la tensione di vapore rimane inalterata

28. Una macchina frigorifera funziona scambiando calore esclusivamente con due serbatoi di calore a temperatura T_H e T_C (con $T_{Hot} > T_{Cold}$). Dopo aver svolto un numero intero di cicli costituiti da trasformazioni reversibili, la macchina preleva calore per 400 kJ dal serbatoio di calore alla temperatura T_C , assorbendo 200 kJ di lavoro. Qual è il calore scambiato dal sistema con il serbatoio a T_H ?

- A) -600 kJ
 B) 600 kJ
 C) 200 kJ
 D) -200 kJ

29. Una sostanza si decompone seguendo una cinetica del primo ordine con un tempo di dimezzamento di un minuto e 35 secondi. Quanto tempo è necessario per ridurre la concentrazione del reagente ad un terzo del suo valore iniziale?

- A) 180 s
B) due minuti e mezzo
C) due minuti
D) 200 s

30. La costante di una certa reazione non dipende dalla temperatura. Ciò significa che:

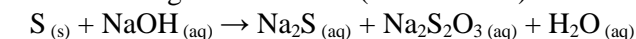
- A) la reazione non può avvenire
B) è necessario un catalizzatore per favorire termodinamicamente la formazione di prodotti
C) i reagenti ed i prodotti non sono in fase gassosa
D) la reazione è atermica

31. Una miscela dei gas A e B è contenuta in un contenitore rigido. I gas reagiscono secondo la reazione
 $a A + b B \rightarrow c C$ con $c < a + b$.

Anche C è gassoso. Assumendo che tutti i gas abbiano un comportamento ideale, che cosa si deve fare perchè la pressione finale sia uguale a quella iniziale?

- A) prelevare il prodotto C che si forma
B) inserire un catalizzatore
C) diminuire la temperatura
D) aumentare la temperatura

32. Quante moli di tiosolfato di sodio si ottengono facendo reagire 3 moli di NaOH con zolfo in eccesso, secondo la seguente reazione (da bilanciare)?



- A) 3
B) 1,5
C) 0,5
D) 4

33. 11,4 g di un ossido metallico MO_x (s), riscaldato in presenza di O_2 , producono 12,7 g di MO_y (s). Sempre 11,4 g di ossido MO_x (s) sono ridotti con H_2 (g), ottenendo 10,1 g di metallo M (s). Determinare le formule minime dei due ossidi.

- A) $x = 1$; $y = 2$
B) $x = 2$; $y = 1$
C) $x = 1$; $y = 1$
D) $x = 1$; $y = 3$

34. Un gas ha una densità di 1,75 g/L a 273,15 K e $1,013 \cdot 10^5$ Pa. Calcolare la massa molare del gas.

- A) $39,2 \text{ g mol}^{-1}$
B) $55,6 \text{ g mol}^{-1}$
C) $44,2 \text{ g mol}^{-1}$
D) $81,6 \text{ g mol}^{-1}$

35. Stabilire quale delle seguenti reazioni (assumendo concentrazioni unitarie di tutti i reagenti) non avviene spontaneamente

- A) $2 Fe^{3+} + 2 Br^- \rightarrow 2 Fe^{2+} + Br_2$
B) $2 Fe^{3+} + 2 I^- \rightarrow 2 Fe^{2+} + I_2$
C) $2 MnO_4^- + 10 Br^- + 16 H^+ \rightarrow 2 Mn^{2+} + 5 Br_2 + 8 H_2O$
D) $Br_2 + 2 I^- \rightarrow 2 Br^- + I_2$

36. Alla stessa pressione e temperatura, un serbatoio viene riempito dapprima con un gas $X_{(g)}$. La massa del gas risulta 14,2 g. Il serbatoio viene svuotato e riempito con aria. La massa di aria contenuta è di 5,78 g. Sapendo che il peso molecolare medio dell'aria è 28,9 u, calcolare il peso molecolare del gas $X_{(g)}$.

- A) 121,4 u
B) 45,5 u
C) 71,0 u
D) 98,3 u

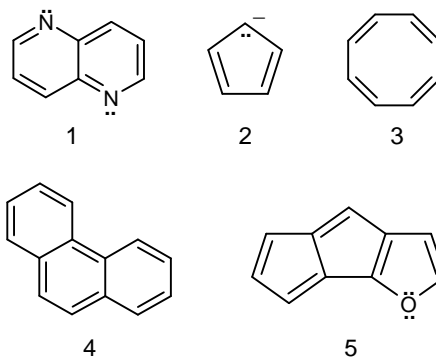
37. L'imidazolo ha costante acida $K_a = 9,8 \cdot 10^{-8}$. Calcolare i volumi (in cm^3) di HCl 0,02 M e di imidazolo 0,02 M, rispettivamente, che occorre mescolare per avere 100,0 cm^3 di tampone a pH = 7,00. (assumere i volumi additivi).

- A) 48,3; 51,7
B) 33,0; 67,0
C) 29,5; 70,5
D) 41,9; 58,1

38. Indicare quale delle seguenti affermazioni è esatta.

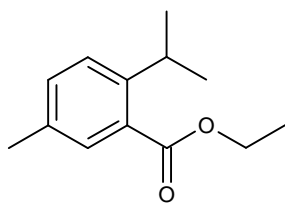
- A) nelle forme meso è sempre presente un solo stereocentro
B) nelle forme meso non esiste un piano di simmetria
C) le forme meso sono molecole chirali
D) enantiomeri e diastereoisomeri coesistono con la forma meso

39. Indicare quali specie sono aromatiche.



- A) tutte
B) 1 e 2
C) tutte tranne 4
D) tutte tranne 3 e 5

40. Sulla base delle caratteristiche strutturali del seguente composto, prevedere quanti segnali saranno presenti nel suo spettro $^1\text{H-NMR}$.



- A) 9
- B) 8
- C) 10
- D) 7

SCI – Società Chimica Italiana
Digitalizzato da Prof. Mauro Tonellato